

Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra automatizační techniky a řízení

Sledování polohy a rychlosti pomocí GPS

Position and Speed Monitoring through GPS

Student:

Libor Krhutek

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Jiří Kulhánec, Ph.D.



### **Prohlášení studenta**

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě:.....

.....

podpis studenta

### Prohlašuji, že

- byl jsem seznámen s tím, že na moji diplomovou (bakalářskou) práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména §35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a §60 – školní dílo.
- беру на ве́домі, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠBTUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou (bakalářskou) práci užít (§35 odst. 3)
- souhlasím s tím, že jeden výtisk diplomové (bakalářské) práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové (bakalářské) práce. Souhlasím s tím, že údaje o diplomové (bakalářské) práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu §12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou (bakalářskou) práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- беру на ве́домі, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě.....

.....

podpis studenta

Libor Krhutek

Svazarmovská 1577

Rožnov pod Radhoštěm

756 61

## ANOTACE DIPLOMOVÉ PRÁCE

Krhutek, L.      *Sledování polohy a rychlosti pomocí GPS*. Ostrava kat. ATR–352  
VŠB-TUO, 2009. 40 s. Bakalářská práce, vedoucí: Kulhánek, J.

Bakalářský práce se zabývá zpracováním informací z GPS. V úvodu práce je představena historie, princip fungování a využití GPS. Dále je v této práci popsána historie protokolu NMEA 0183 a jeho použití při komunikaci mezi GPS objekty. Pomocí softwaru Visual Studio 2005 a programovacího jazyku VB.NET je vytvořena aplikace pro výpočet rychlosti a určení polohy objektu. Tato aplikace načítá data pomocí technologie Bluetooth z GSM/GPS komunikačního modulu PATRIOT IV a ukládá informace o poloze, rychlosti a ujeté vzdálenosti do externího textového souboru. V práci je zmíněna návaznost na diplomovou práci, zabývající se vyhodnocováním vibrací a zrychlení v automobilu.

## ANNOTATION OF THESIS

Krhutek, L.      *Position and Speed Monitoring through GPS*. Ostrava: Department of  
Control Systems and Instrumentation, VŠB-Technical University of  
Ostrava, 2009. 40 p. Bachelor thesis, head: Kulhánek, J.

The Bachelor thesis deals with information processing in GPS. History and principle of operation of and usány GPS are described in the introductory part. This work further covers the formation of protocol NMEA 0183 and its utilization in communication between GPS objects. Computer application, which displays and records speed, basic GPS information, time and mileage is created through the use of the Visual Studio 2005 software and GSM/GPS communication module PATRIOT and communication through Bluetooth technology. Inrofmations are record to extern file.

The Bachelor thesis talk about connection output data from this thesis and output data from thesis deal with evaluation of vibration and acceleration in vehicle.

## Obsah

<b>SEZNAM POUŽITÉHO ZNAČENÍ.....</b>	<b>8</b>
<b>1 ÚVOD.....</b>	<b>9</b>
<b>2 GPS.....</b>	<b>10</b>
2.1 HISTORIE GPS.....	10
2.2 PRINCIP GPS .....	11
2.2.1 Kosmický segment.....	12
2.2.2 Řídicí segment .....	12
2.2.3 Uživatelský segment .....	13
2.3 PŘESNOST GPS.....	13
2.4 POUŽITÍ GPS .....	14
<b>3 PROTOKOL NMEA 0183.....</b>	<b>15</b>
3.1 HISTORIE PROTOKOLU NMEA 0183.....	15
3.2 KOMUNIKACE POMOCÍ PROTOKOLU NMEA 0183 .....	16
3.3 FORMÁT VĚT PROTOKOLU NMEA.....	16
3.3.1 Dotazovací věta.....	17
3.3.2 Věty vysílače.....	17
3.3.3 Chráněné věty .....	18
3.4 VĚTA GGA.....	18
3.5 VĚTA RMC .....	19
<b>4 PATRIOT IV .....</b>	<b>20</b>
4.1 OVLÁDÁNÍ A NASTAVENÍ.....	21
4.2 BLUETOOTH .....	22
4.3 PŘÍSLUŠENSTVÍ A ZÁKLADNÍ TECHNICKÉ PARAMETRY .....	22
4.4 SCHÉMA ZAPOJENÍ.....	23
<b>5 VÝPOČET RYCHLOSTI .....</b>	<b>25</b>
5.1 VÝPOČET RYCHLOSTI Z VĚTY RMC .....	25
5.2 VÝPOČET RYCHLOSTI Z VĚTY GGA.....	25
5.2.1 Kartografické stupně.....	25
5.2.2 Vliv nadmořské výšky na velikost kartografického stupně.....	27
5.2.3 Převod kartografických metrů na kilometry z věty GGA .....	28
5.2.4 Výpočet rychlosti .....	29
5.3 POROVNÁNÍ RYCHLOSTÍ ZÍSKANÝCH Z VĚT GGA A RMC .....	29
<b>6 VÝSLEDNÁ APLIKACE.....</b>	<b>31</b>
6.1 KOMUNIKACE.....	31

6.2	GRAFIKA APLIKACE .....	32
6.3	HLAVNÍ OKNO .....	32
6.4	OKNO NASTAVENÍ.....	33
6.5	EXTERNÍ DATA .....	34
<b>7</b>	<b>ZÁVĚR.....</b>	<b>37</b>
<b>8</b>	<b>POUŽITÁ LITERATURA .....</b>	<b>39</b>

## Seznam použitého značení

DTM	<i>Datum Being Used</i>
GGA	<i>Positioning System Fix Data</i> – pevná data GPS
GLL	<i>Lat/Lon data</i> – informace o zem. šířce a délce
GPS	<i>Global Position System</i> - globální polohový systém
GRS	<i>GPS Range Residuals</i> – zbytkový rozsah GPS
GSA	<i>Overall Satellite data</i> – souhrnné informace o satelitech
GSM	<i>Groupe Spécial Mobile</i> - globální systém pro mobilní komunikaci
GST	<i>Pseudorange Noise Statistics</i> -
GSV	<i>GPS Satellites in View</i> – informace o viditelných družicích
NMEA	<i>National Marine Electronics Association</i> – Národní námořní radiotechnická asociace
PDA	<i>Personal Digital Assistant</i> - osobní digitální pomocník
RMA	<i>Recommended Loran Data</i> – doporučená data systém Loran
RMB	<i>Recommended navigation data for gps</i> – doporučené informace pro navigaci
RMC	<i>Recommended minimum data for gps</i> – doporučené minimum dat GPS
SMS	<i>Short Message Service</i> - služba krátkých textových zpráv
SIM	<i>Subscriber Identity Module</i> - účastnická identifikační karta
VB .NET	<i>Visual Basic .NET</i> - programovací jazyk
VTG	<i>Vector Track an speed over the Ground</i> – vektor sledující rychlost na zemi
ZTG	<i>Zulu Time and time to Go</i> – světový čas a čas jízdy
ZDA	<i>Zulu Date and time</i> – světový čas a data



## 1 Úvod

V dnešní době, kdy technika stále kráčí dopředu a její vývoj se nedá spolehlivě předpovědět, lze tvrdit, že GPS je nedílnou součástí moderního technického světa. Při volbě tématu bakalářské práce jsem se rozhodl pro téma “Sledování polohy a rychlosti pomocí GPS“, protože jsem se chtěl seznámit právě s oblastí GPS.

Cílem práce je vytvořit aplikaci, která zobrazuje informace o poloze, rychlosti, čase a další informace pomocí systému GPS. Tyto informace aplikace ukládá do externího souboru, pomocí kterého lze získaná data porovnat s daty z jiných prací a projektů v jednotném čase.

Pro zpracování dat mi byla doporučena tvorba výsledné aplikace pomocí jazyku VB.NET, v prostředí Visual Studia 2005.

GPS data, potřebná pro výpočty, jsou načítána z jednotky GPS (GSM/GPS komunikační modul PATRIOT IV). Komunikace mezi jednotkou GPS a počítačem probíhá pomocí technologie Bluetooth. Potřebná data pro výpočty lze získat z komunikačního protokolu NMEA 0183, který GPS subjekty používají ke komunikaci

Čtenář se postupně seznámí historií a principem GPS a protokolu NMEA 0183. U protokolu NMEA 0183 bude podrobněji seznámen s komunikačními větami RMC a GGA, které ve svém informačním obsahu nesou základní informace o poloze a rychlosti GPS jednotky. Dále je čtenář seznámen krátce s GSM/GPS komunikačním modulem PATRIOT IV. Podrobně je v práci popsán výpočet rychlosti z věty GGA. Poté je mu představena výsledná aplikace, zobrazující základní data polohy GPS jednotky, aktuální rychlost a čas. V závěru je zhodnocena možné propojení externích dat z této práce a z práce zabývající se měřením vibrací a zrychlení v automobilu.

## 2 GPS

GPS (Global position systém) - globální polohový systém - je družicový navigační systém vyvinutý armádou USA. Pomocí tohoto systému lze určit okamžitou zeměpisnou polohu objektu (souřadnice zeměpisné délky a zeměpisné šířky) a čas kdekoli na zemském povrchu a to bez ohledu na počasí, denní dobu i délku měření. Ke své funkci používá 24 družic (viz obr. 1) umístěných na 6 oběžných drahách planety Země a několik řídicích středisek na povrchu Země.



Obrázek 1 – Družice GPS

### 2.1 Historie GPS

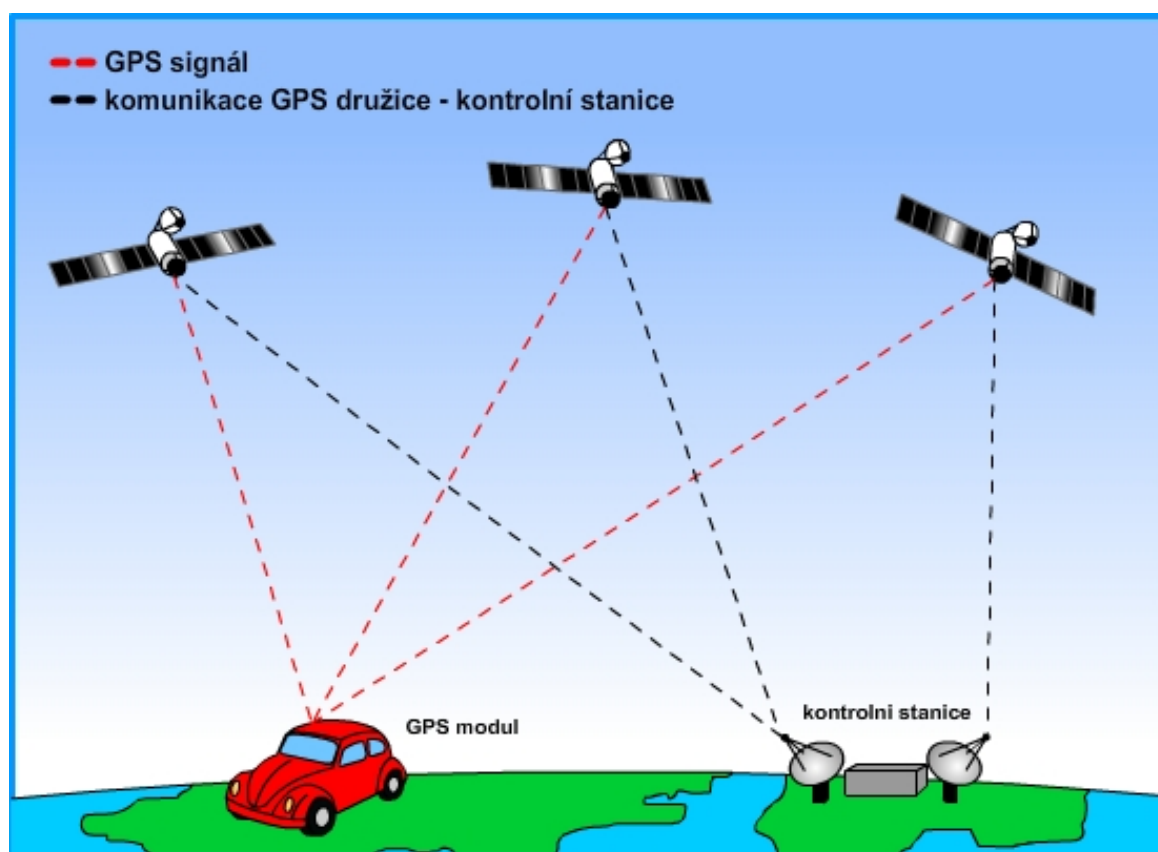
V 60. letech 20. století vznikly v USA první pokusy o vytvoření navigačních systémů. Cílem armády USA bylo vytvořit navigační systém, který by dokázal určit přesně zeměpisnou polohu kdekoli na zemském povrchu. Tento projekt se nazýval TRANSIT. Na projekt TRANSIT navázala řada dalších projektů, přičemž GPS se stal nejrozsáhlejším a nejpoužívanějším.

Vývoj samostatného systému GPS se spustil až v roce 1973. První použitelný model GPS se vyvíjel až do roku 1979. Po té jej využívala armáda USA pro vojenské účely až do 90. let 20. století, kdy jej Kongres USA uvolnil pro veřejný sektor, kde se rychle rozšířil do mnoha oblastí a oborů a odvětví (navigace, geodézie, doprava, atd.)

## 2.2 Princip GPS

Systém GPS je tvořen třemi základními segmenty. Každý segment má své specifika, která jsou popsána níže. Segmenty systému GPS jsou – kosmický segment (družice na oběžné dráze Země), řídicí segment (řídicí stanice na povrchu Země) a uživatelským segment (veřejný sektor, armáda).

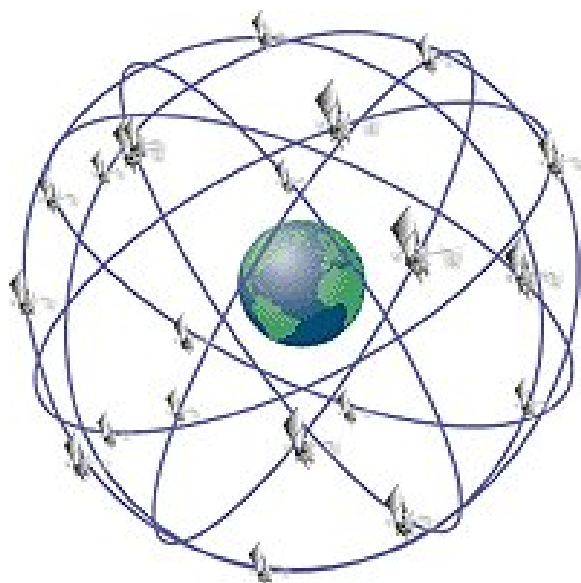
Komunikace probíhá mezi družicí a GPS modulem a mezi družicí a kontrolní stanicí (viz obr. 2). Komunikace mezi družicí a GPS modulem je považována za obousměrnou. Většina GPS modulů jsou však pasivní přijímače, to znamená, že data pouze přijímají. GPS družice zasílá data, která potom GPS modul přepočítává a uživateli dále nabízí data již přepočtená prostřednictvím některého z komunikačních protokolů. Komunikace mezi družicí a kontrolním stanovištěm je také obousměrná. GPS družice vysílá informace o celkovém stavu družice, poloze na oběžné dráze, nabití bateriích, atd. Kontrolní stanice tyto data zpracuje a vyhodnocuje potřebné změny nastavení družice a odesílá zpět družici instrukce.



Obrázek 2 – Princip GPS

### 2.2.1 Kosmický segment

Kosmický systém je tvořen 24 družicemi na šesti oběžných drahách, které jsou navzájem kříženy pod úhlem  $60^\circ$ . Družice krouží kolem Země ve výšce 20200 km nad zemským povrchem. Každá družice nese přesné atomové hodiny, antény pro komunikaci s pozemními stanicemi, senzory pro detekci startů balistických raket, solární panely a záložní baterie. Průměrná životnost družice je 10 let. Postupem času by měl být počet družic zvýšen na 32. Na obr.3 je znázorněno rozmístění družic na oběžné dráze Země.



Obrázek 3 – Trajektorie družic na oběžné dráze

### 2.2.2 Řídicí segment

Řídicí segment kontroluje kosmický segment. Zasílá pokyny družicím, provádí jejich údržbu a řídí jejich manévry na oběžné dráze.

Řídicí segment tvoří soustava pěti monitorovacích kontrolních stanic. Soustava monitorovacích stanic je složena ze čtyř pozemních vysílačů a hlavního řídicího střediska. Monitorovací stanice jsou umístěny rovnoměrně po obvodu Země, většinou blízko rovníku. Hlavní řídicí středisko sídlí na letecké základně v Colorado Springs v Coloradu.



Obrázek 4 – Rozmístění monitorovacích stanic na Zemi

### 2.2.3 Uživatelský segment

Uživatelský segment je tvořen GPS přijímači, které přijímají GPS data a tyto data přepočítávají a uživateli zobrazují aktuální polohu, čas a další informace. Většina GPS přijímačů jsou pasivní, protože signál pouze přijímají, ale nevysílají. Uživatelé se rozdělují na autorizované a ostatní. Autorizovanými uživateli mají zaručenou vyšší přesnost systému. Autorizovaným uživatelem je armáda USA a vybrané spojenecké armády. Ostatními uživateli je veřejný sektor.

## 2.3 Přesnost GPS

Přesnost GPS je ovlivněna několika faktory. Důležitým faktorem je rozlišení uživatelského segmentu na autorizované a ostatní uživatele (viz. Kap 2.2.3). Autorizovaní uživatelé mají zaručenu největší možnou přesnost, které GPS systém schopen. Ostatní uživatelé, respektive veřejný sektor, získávají data, která jsou upravená kódováním, a přesnost těchto dat je upravena.

Druhým důležitým faktorem přesnosti je viditelnost satelitů. Viditelnost satelitů je dána počtem satelitů, ze kterých může GPS jednotka v daný okamžik přijmout signál. Pro určení polohy na zemském povrchu je potřeba viditelnost alespoň 4 satelitů. Maximální viditelnost je 12 satelitů. Platí - čím větší je viditelnost satelitů, tím větší je přesnost určení polohy objektu. Viditelnost je snížena v zabydlených oblastech a v místech obklopených různými přírodními útvary (vysoká pohoří, skály, propasti, atd.), protože tyto subjekty brání šíření signálu.

V literatuře se přesnost GPS se udává s průměrnou odchylkou v řádu metrů, ale pokud je viditelnost minimální, například v zabydlené oblasti, může být odchylka až 30 metrů.

## **2.4 Použití GPS**

Využití technologie GPS je velmi rozsáhlé. Lze jej využít v mnoha oblastech. Výčet použití GPS je velký, proto jsou v následujících bodech uvedeny ty nejpodstatnější.

### **Vojenské účely**

Ve vojenském sektoru je GPS součástí letadel, tankerů, lodí i ponorek, tanků a pozemní vojenské techniky. Kromě navigačních aktivit je systém využíván k označování cílů a navádění raket a je také součástí vzdušné protiobrany. Ve vojenském sektoru má GPS největší možnou přesnost. Některé literatury tvrdí, že je odchylka od přesného místa objektu v řádech centimetrů.

### **Letectví**

V letectví pomáhají navigační systémy letadel při řízení téměř všech manévřů, která jsou letadla nucena provádět, vzlet, přistávání, kontrola trasy – autopilot.

### **Pozemní doprava**

V pozemní dopravě se GPS uplatňuje při plánování tras a to jak ve veřejném tak i neveřejném sektoru.

### **Volný čas**

GPS využívá velké množství lidí při svých volno časových aktivitách. Zejména v odvětvích outdoorových sportů a orientačního závodění, cykloturistice. V poslední době díky GPS vzniklo nesčetné množství her, jako například hledání pokladů tzv. geocaching, atd.

### **Navigace**

Navigace pomocí GPS se stává standardním vybavením řidičů automobilů. Pomocí softwaru lze naplánovat cestu. GPS navigace (viz obr. 5) dnes dokáže řidiče upozornit s předstihem na změnu trasy.

### **Další oblasti využití GPS**

Zemědělství, zeměměřičství, vesmírné projekty, ochrana životního prostředí, atd.



Obrázek 5 – GPS navigace

### 3 Protokol NMEA 0183

Protokol NMEA je datový řádkový protokol, komunikující formou tzv. vět. V těchto větách jsou zakódována data, jako například poloha družic vysílajících data, nadmořská výška, zeměpisná délka a šířka, přesný čas, počet viditelných družic atd. Existuje několik desítek vět protokolu NMEA 0183, nejvýznamnější pro tuto práci je věta GGA, která obsahuje základní data o 3D poloze přijímače a přesnosti signálu.

#### 3.1 Historie protokolu NMEA 0183

Protokol NMEA 0183 (dále jen protokol NMEA) byl vyvinut americkou asociací NMEA (National Marine Electronics Association – Národní námořní radiotechnická asociace). Ta vznikla v roce 1976 na příkaz vedení amerického námořnictva za účelem vytvoření systému komunikace, který by sjednotil vstupní a výstupní data všech námořních objektů. A to hlavně proto, že námořní objekty byly vyrobeny u různých výrobců, kteří používali různé formáty dat, které spolu komunikovaly složitě, nebo jejich komunikace nebyla kompatibilní a nebyla tedy uskutečnitelná. V dnešní době je protokol NMEA za poplatek k dispozici i veřejnému sektoru.

### 3.2 Komunikace pomocí protokolu NMEA 0183

Protokol NMEA je datový řádkový protokol, komunikující formou tzv. vět. Protokol NMEA zná několik desítek formátů vět. Pro komunikaci s GPS se používají necelých 30 vět, z nichž nejznámější jsou tyto věty - DTM, GGA, GLL, GRS, GSA, GST, GSV, RMA, RMB, RMC, VTG, ZTG, ZDA. V těchto větách jsou zakódována data, jako například poloha družic vysílajících data, nadmořská výška, zeměpisná délka a šířka, přesný čas, atd. Největší uplatnění pro komunikaci GPS jednotky s PDA má uplatnění věta GGA. Ta je popsána v kapitole 3.4.

Pro komunikaci pomocí protokolu NMEA, musíme v GPS jednotce nastavit, pokud je to nutné, jako komunikační protokol NMEA. Poté začne GPS komunikovat pouze protokolem NMEA. Přijímač GPS dat (dále jen přijímač) i vysílač GPS dat (dále jen vysílač) musí samozřejmě znát komunikaci pomocí protokolu NMEA.

Pokud je přijímač aktivní, a dokáže tedy vysílat signál směrem k vysílači, zašle na vysílač tzv. dotazovací větu (viz. Kapitola 3.3.1) pomocí níž žádá přijímač vysílač, aby začal zasílat data ve formě věty, zvolené přijímačem. Vysílač zasílá na přijímač požadovaný typ věty a to až do té doby, kdy z přijímače není vysílána dotazovací věta s požadavkem na jiný typ věty. Není potřeba tedy zasílat pokaždé před čtením dat stejnou dotazovací větu.

Komunikace může probíhat i mezi více subjekty. Jeden musí být vždy vysílač (GPS jednotka) a ostatní subjekty jsou přijímače (PDA, PC, atd.).

### 3.3 Formát vět protokolu NMEA

Protokol NMEA podléhá Copyrightu asociace NMEA. Základní dokument, komunikační standart, lze zakoupit od asociace NMEA za cenu ve výši několika desítek \$. Po zakoupení se ovšem kupující zavazuje, že nebude informace šířit na veřejnosti. Informace uvedené v této práci proto nejsou oficiálními informacemi asociace NMEA a nezaručují absolutní pravdivost. Informace v této práci jsou získány z neoficiálních zdrojů.

Věty protokolu NMEA mohou obsahovat pouze ASCII znaky. Každá věta začíná startovacím znakem \$. Konec věty je dán sekvencí znaků "<CR><LF>". Jednotlivá data jsou oddělena čárkami. Před sekvencí znaků "<CR><LF>", značící konec věty, se nachází znak "\*" a za ním číslo v hexadecimálním tvaru. Toto číslo je tzv. kontrolní součet a vyjadřuje počet znaků mezi znaky "\$" a "\*". Znaky "\$", "\*", a "<CR><LF>" se do kontrolního součtu nezapočítávají. Věta může obsahovat maximálně 80 znaků. Protokol



NMEA zná 3 typy vět, určených pro komunikaci – dotazovací věty, věty vysílače a chráněné věty.

### 3.3.1 Dotazovací věta

Těmito větami přijímač žádá vysílač, aby zasílal zvolený typ věty (GGA, GSA, atd.). Jako příklad je níže v tabulce 1 uvedena žádost přijímače o typ věty GGA..

Obecný formát: \$tllQ,sss<CR><LF>

Příklad: \$CCGPQ,GGA<CR><LF>

**Tabulka 1 – Obecný formát dotazovací vět, příklad dotazovací věty**

Znak	Význam znaků	Příklad	
\$	Začátek věty	\$	
Tt	Identifikátor podávajícího dotaz	CC	počítač
Ll	Identifikátor odpovídajícího na dotaz	GP	GPS jednotka
Q	Identifikátor dotazovací věty	Q	
Sss	Identifikátor žádané věty	GGA	požadovaný formát věty je GGA
<CR><LF>	Konec věty	<CR><LF>	

### 3.3.2 Věty vysílače

Tyto věty vysílá vysílač přijímači. Protokol NMEA zná mnoho vět vysílače, které mají stejný obecný formát, jehož jednotlivé složky jsou popsány níže v tabulce 2. Jednotlivé věty vysílače mají v sobě obsažena specifická data. Ukázka, jaká data mohou být obsažena ve větě, je uvedena v kapitole 3.4., kde je popsána věta GGA i s jednotlivými daty. Jednotlivými daty mohou být přesný čas, datum, zeměpisná šířka a délka, kvalita signálů, ID satelitu, atd.

Obecný formát: \$tssss,d1,d2,d3,...,dn\*xx<CR><LF>

Tabulka 2 – Obecný formát věty vysílače

Znak	Význam znaků
\$	Začátek věty
Tt	Identifikátor mluvčího
Sss	Typ věty
d1	První data
d2	Druhá data
d3	Třetí data
...	...
Dn	Poslední data
*xx	Kontrolní součet - hexadecimální číslo
<CR><LF>	Konec věty

### 3.3.3 Chráněné věty

Tyto věty používají výrobci GPS jednotek, pro speciální funkce při komunikaci pomocí protokolu NMEA. Všechny chráněné věty začíná znaky "\$P". Jejich obsah je chráněn autorským právem výrobců GPS. Jednotlivé věty mají různou strukturu danou výrobcí GPS jednotek a proto v této práci není uveden žádný příklad.

### 3.4 Věta GGA

Zkratka GGA (Global Positioning System Fix Data) znamená doslova "pevná data GPS". Věta GGA obsahuje základní pevná data o 3D poloze přijímače a přesnosti signálu. Tato věta obsahuje všechny důležité a nepostradatelné data pro určení polohy přijímače v prostoru a jako jediná obsahuje hodnotu nadmořské výšky. Struktura věty a seznam dat obsažených ve větě GGA jsou popsány níže v příkladu a tabulce 3.

#### Příklad věty GGA

\$GPGGA,170139.615,4912.2526,N,01635.0378,E,1,07,1.0,357.5,M,43.5,M,0.0,0\*7D<CR><LF>

Tabulka 3– Věta GGA

obecný formát	příklad	Význam znaků
\$	\$	Začátek věty
Tt	GP	Identifikátor vysílače - GPS
sss	GGA	Typ věty GGA
d1	170139.615	Čas (UTC)
d2	4912.2526	Zeměpisná šířka
d3	N	Identifikátor severní/jižní šířky (N=sever, S=jih)
d4	01635.0378	Zeměpisná délka
d5	E	Identifikátor severní/jižní délky (E=západ, W=západ)
d6	1	Identifikátor kvality signálu: 0 - Nebylo možné určit pozici 1 - Pozice úspěšně určena * 2 - Pozice úspěšně určena (diferenční GPS)
d7	07	Počet viditelných satelitů
d8	1.0	HDOP (Horizontal Dilution of Precision) - horizontální složka ukazatele geometrie rozložení družic, které jsou použity pro výpočet. Rozsah 1.0 - 99.9
d9	357.5	Výška antény vztažená k mořské hladině
d10	M	Jednotka předchozí informace - metr
d11	43.5	Výška antény vztažená ke goeidu.
d12	M	Jednotka předchozí informace - metr
d13	0.0	Stáří poslední aktualizace diferenčních korekcí DGPS. 0.0. – nemá DGPS
d14	0	identifikační číslo diferenční referenční stanice.
*xx	*7D	Kontrolní součet - hexadecimální číslo. 0 - nemá DGPS
<CR><LF>	<CR><LF>	Konec věty

### 3.5 Věta RMC

Věta RMC (*Recommended Minimum Navigation Information*) obsahuje minimální doporučené informace pro navigaci. Struktura věty a seznam dat obsažených ve větě RMC jsou popsány níže v příkladu a tabulce 4.

#### Příklad věty RMC:

\$GPRMC,170138.615,A,4912.2525,N,01635.0378,E,0.04,16.43,280705,,\*32<CR><LF>

Tabulka 4 – Věta RMC

obecný formát	příklad	Význam znaků
\$	\$	Začátek věty
Tt	GP	Identifikátor vysílače - GPS
sss	RMC	Typ věty GGA
d1	170139.615	Čas (UTC)
d2	A	Status (A=Ok, V=varování)
d3	4912.2525	Zeměpisná šířka
d4	N	Indikátor sever/jih (N=sever, S=jih)
d5	01635.0378	Zeměpisná délka Indikátor východ/západ (E=východ, W=západ)
d6	E	
d7	0.04	Vodorovná rychlost (Speed Over Ground, v uzlech)
d8	16.43	Kurz pohybu ve stupních
d9	280705	Datum ddmmyy
d10	N/A*	Magnetická deklinace ve stupních
d11	N/A*	Indikátor východ/západ (E=východ, W=západ)
d12	32	Kontrolní součet
<CR><LF>	<CR><LF>	Konec věty

\* N/A – nebyly zaslána data

## 4 PATRIOT IV

Komunikační modul PATRIOT IV .(dále jen modul, viz obr. 6) je multifunkční zařízení s třemi funkcemi – zabezpečení objektu, kniha jízd a navigace. Modul je produktem olomoucké firmy F&B company s.r.o. Tato firma vytvořila produkt PATRIOT dle požadavku zákazníků z oblasti správy firemního vozového parku. První verze modulu byla určena pouze pro předávání níže popsaných poplachových a doplňkových informací prostřednictvím sítě GSM. Další požadavky zákazníků vedly firmu F&B company s.r.o. k rozšíření modulu o GPS zařízení. Celý systém využívá software *Kniha jízd*, který zaznamenává pohyb objektu, jeho lokalizaci a další informace v aktuálním čase.

V podkapitolách je popsáno stručně ovládání, technické parametry a schéma zapojení. Více informace lze získat z příložených dokumentů – Příručka PATRIOT IV a Montážní návod PATRIOT IV.



Obrázek 6 – PATRIOT IV

#### 4.1 Ovládání a nastavení

Jak již bylo v úvodu kapitoly naznačeno, nastavení a ovládání modulu se provádí prostřednictvím sítě GSM formou SMS. Modul využívá pro komunikaci zařízení GSM typu Siemens MC45. Toto zařízení je odolné proti vlivům okolí, jako jsou otřesy, vlhkost, prašnost a extrémní teploty. Do modulu umístíme SIM kartu. Při prvním použití je nutné nastavit alespoň jedno telefonní číslo, ze kterého lze zasílat příkazy pro ovládání modulu a na které se budou zasílat poplachové zprávy. Lze nastavit až 5 telefonních čísel. Modul komunikuje pouze se zadanými telefonními čísly.

Při každém zaslání příkazu pomocí SMS musí uživatel zadat čtyřmístný kód, který lze během užívání měnit.

Pomocí SMS lze ovládat následující služby:

- Zadání, vymazání a ověření zadaných čísel
- Změna bezpečnostního kódu
- Zapnutí vypnutí poplachového přenosu
- Ovládání výstupů (blokace motoru, spuštění sirény, odposlech)
- Vypnutí a zapnutí modulu

Speciální funkcí je odposlech automobilu. Pokud je tento vstup zapnutý, stačí zavolat na telefonní číslo SIM karty umístěné v modulu a uživatel může “online” odposlouchávat dění v automobilu.

## 4.2 Bluetooth

„Komunikační modul PATRIOT IV je standardně vybaven jednotkou Bluetooth pro bezdrátovou komunikaci s externím GPS navigačním zařízením. Pro spárování se zařízením (PDA, mob.telefon), které využíváte pro navigaci a které umožňuje bluetooth komunikaci, použijte párovací kód 0000. Tento kód je továrně nastaven v bluetooth jednotce komunikačního modulu PATRIOT IV a nelze jej měnit. Komunikační modul PATRIOT IV předává navigační GPS data v protokolu NMEA 0183 následující informační pakety: GLL,GSA,GSV,VTG,ZDA,RMC,GGA.

Komunikační rychlost přenosu je 9600 bauds. Před zakoupením navigačního SW (pro PDA, mob.telefon) se u jeho dodavatele informujte, zda umožňuje využití některého z výše uvedených informačních paketů.“

[F&B COMPANY]

Během vytváření aplikace nastal problém s komunikací pomocí Bluetooth. Po konzultaci s pracovníky firmy mi byla doporučena reklamace, kterou jsem bezplatně provedl v sídle firmy F&B company s.r.o.

## 4.3 Příslušenství a základní technické parametry

Modul obsahuje GSM zařízení Siemens MC45. Dále obsahuje 4 nezávislé vstupy a 3 nezávislé výstupy. Výstupy se dají ovládat pomocí ovládacích SMS.

Příslušenství modulu tvoří:

- anténa GSM
- anténa GPS
- signalizační dioda
- přepínací tlačítko
- mikrofon pro odposlech
- kabeláž pro port CON1

**Technické parametry**

Rozsah napájecího napětí :	9 až 24V ss
Odběr v klidovém stavu :	19 mA (střední hodnota)
Rozsah pracovních teplot :	-25 °C až +55 °C
Pásmo :	GSM Tri-band 900/1800/1900 MHz
Rozměry (DxŠxV) :	125 x 80 x 35mm
Váha :	160g

**4.4 Schéma zapojení**

Napájecím zdrojem pro modul je autobaterie. Připojení k autobaterii musí být chráněno pojistkou. Na obr.6 lze vidět část modulu, kde se zapojují jednotlivé části příslušenství. Do jednotlivých slotů se zapojují jednotlivé části příslušenství následovně:

- ANT GSM                      anténa GSM
- ANT GPS                      anténa GPS
- SIM                              umístění SIM karty
- DALLAS                        zařízení DALLAS (viz příloha – Příručka PATRIOT IV)
- MIC                              mikrofón
- CON1                           kabeláž
- CON2                           vstup pro kabeláž

Na obr. 7 jsou blíže popsána kabeláž pro port CON1. Dráty jsou rozlišeny různými barvami.





## 5 Výpočet rychlosti

Jak jsem se již zmínil v kapitole Protokol NMEA 0183, potřebná data o poloze můžeme vyčíst z komunikačních vět RMC a GGA. Věta RMC v sobě nese informaci o zeměpisných souřadnicích i o aktuální horizontální rychlosti, která je udávána v uzlech. Rozdíl mezi větou GGA a RMC je, že věta GGA nenese informaci o aktuální horizontální rychlosti, ale nese informaci o aktuální nadmořské výšce.

V následujících podkapitolách jsou uvedeny jednotlivé výpočty a porovnání rychlosti vypočtené z věty GGA a rychlosti vypočtené větou RMC.

### 5.1 Výpočet rychlosti z věty RMC

Věta RMC obsahuje informaci o aktuální rychlosti v uzlech. Převodní vztah mezi rychlostmi udávanými v uzlech na km/h je popsán ve vztahu 5.1.

$$v_{\text{km/h}} = 1,852 \cdot v_{\text{uzly}} \quad [5.1]$$

### 5.2 Výpočet rychlosti z věty GGA

Pro výpočet rychlosti z věty GGA, musíme znát aktuální a předchozí hodnotu nadmořské výšky, zeměpisné šířky a zeměpisné délky a rozdíl časových okamžiků mezi aktuálními a předchozími daty. Nadmořská výška je udávána ve větě GGA uvedena v metrech, což je pro výpočet rychlosti v km/h výhodné. Zeměpisná délka a šířka jsou uvedeny v kartografických stupních. Pro výpočet rychlosti potřebujeme znát hodnotu rozdílu mezi aktuální a předchozí polohou v jednotkách km. Proto je nutné kartografické stupně převést na km.

#### 5.2.1 Kartografické stupně

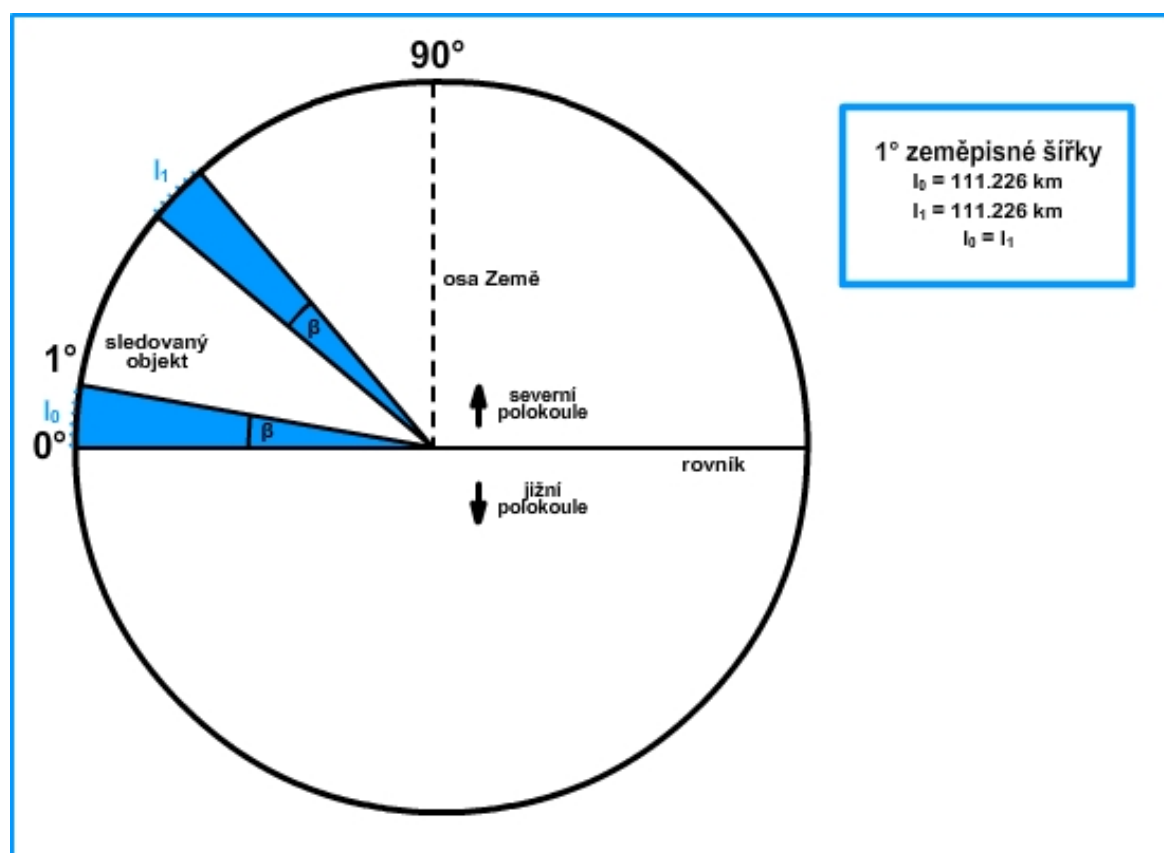
Zeměkoule je rozdělena z hlediska kartografie na stupně zeměpisné šířky a na stupně zeměpisné délky. Stupně zeměpisné šířky jsou dělí Zeměkouli pomocí čar zvaných rovnoběžky. nultá rovnoběžka se nazývá rovník a dělí Zemi na severní a jižní polokouli. Stupně zeměpisné šířky mají rozsah pro obě polokoule 0°- 90°. Stupně zeměpisné délky dělí Zeměkouli pomocí čar směřujících od pólu k pólu. Tyto čáry se nazývají poledníky. Nultý poledník prochází bývalou astronomickou observatoří v Greenwichi v Anglii. a dělí Zemi na pomyslnou západní a východní polokouli. Stupně zeměpisné délky jsou pro obě polokoule v rozsahu 0°- 180°. Zeměkoule je tedy rozdělena na 360° zeměpisné délky a 360° zeměpisné šířky.

Pro převod na km je nutné znát jakou vzdálenost v kilometrech představuje jeden kartografický stupeň. Vzhledem k faktu, že Země nemá přesný tvar koule, je vzdálenost v kilometrech u jednoho stupně zeměpisné délky a šířky jiná. Vzdálenost lze vypočítat pro zeměpisnou šířku z obvodu Zeměkoule na rovníku a pro zeměpisnou délku z obvodu Zeměkoule, který prochází póly. Rozdíl mezi těmito je zanedbatelný pro účel této práce, proto je v této práci uveden tzv. střední obvod Zeměkoule, který vychází ze středního průměru Zeměkoule a ten je roven 12745,591 km. Střední obvod je potom roven 40 041,455 km.

Pro výpočet vzdálenosti jednoho kartografického stupně je nutné střední obvod Zeměkoule vydělit počtem stupňů, které kartograficky dělí zeměkouli, tedy hodnotou 360°.

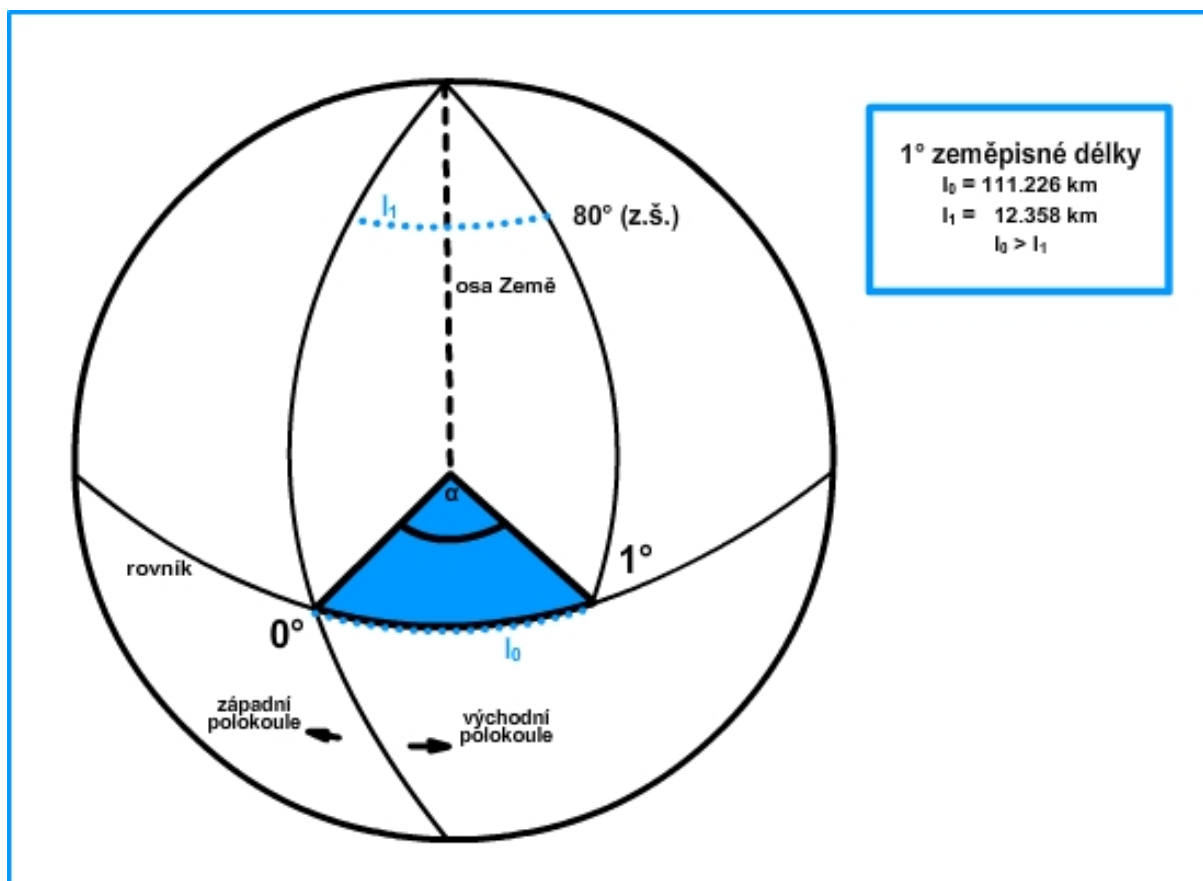
$$l_{1^\circ} = \frac{\text{střední obvod}}{\text{počet stupňů}} = \frac{40041,445}{360} = 111,226 \text{ km}$$

Jeden kartografický stupeň je tedy roven vzdálenosti 111,226 km. To ovšem platí pouze pro zeměpisnou šířku. Na obr. 8 je zobrazen fakt, že jeden stupeň zeměpisné šířky ( $\beta$ ) je roven vždy 111,226 km.



Obrázek 8 – Zeměpisná šířka

U zeměpisné délky se velikost jednoho stupně zmenšuje a to tak, že čím dále jsme od rovníku, tím je velikost jednoho stupně udávána v kilometrech menší. Na pólech je tedy velikost jednoho stupně udávána v kilometrech rovna nule. Na obr. 9 je zobrazeno fakt, že na rovníku je jeden stupeň zeměpisné délky roven 111,226 km a že stupeň na úrovni 80° zeměpisné šířky je roven 12,358 km.



Obrázek 9 – Zeměpisná délka

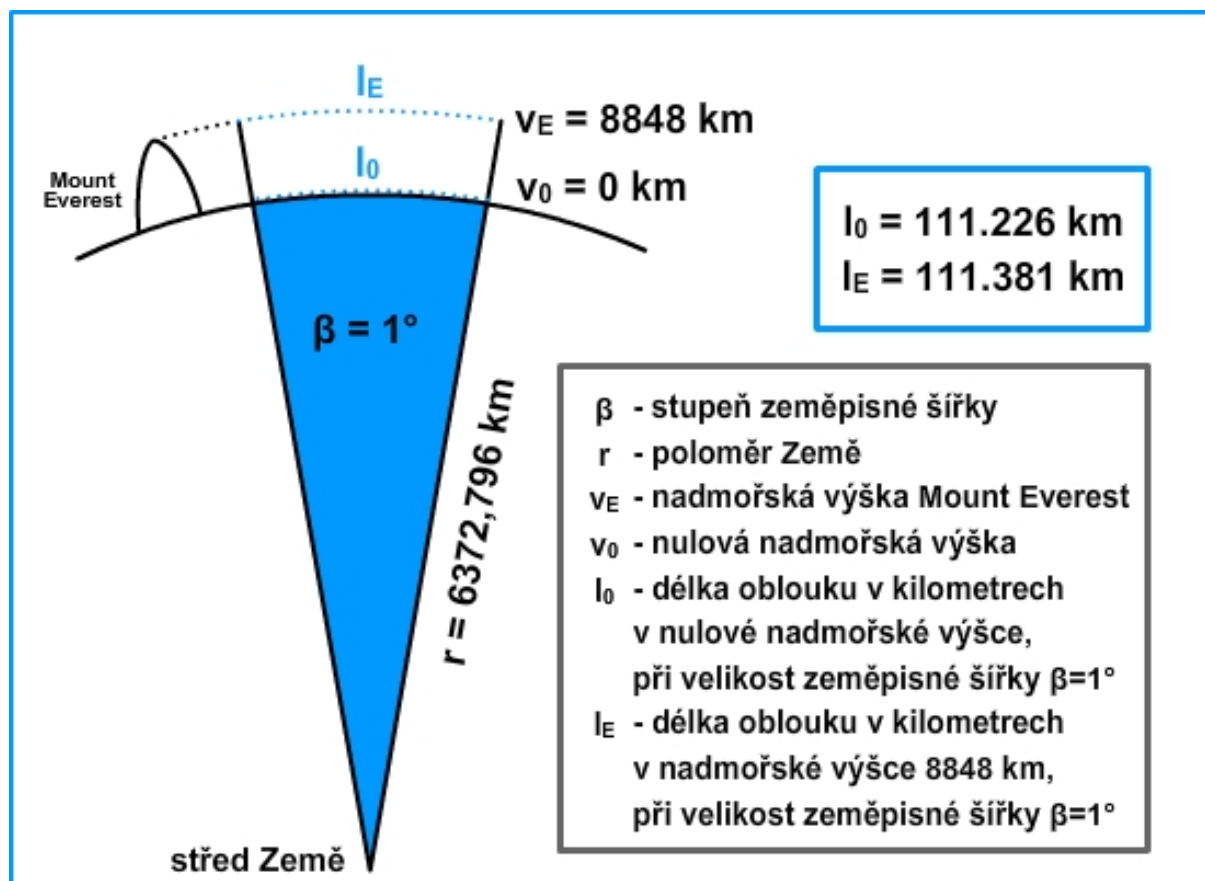
Vzhledem k tomu, že se velikost jednoho stupně zeměpisné délky udávány v kilometrech mění v závislosti na zeměpisné šířce, je nutné vypočíst konstantu, která vyjadřuje závislost velikosti jednoho stupně v kilometrech na momentální poloze zeměpisné šířky. ta je dána vztahem 5.2.

$$k = \frac{(90^\circ - \text{hodnota\_zemepisnesirky})}{90^\circ} * 111,226 \quad [5.2]$$

### 5.2.2 Vliv nadmořské výšky na velikost kartografického stupně

Je nutné si uvědomit, že ze zvyšující se nadmořskou výškou se zvětšuje velikost kartografického stupně udávána v kilometrech. Na obr. 10 je znázorněn rozdíl velikosti kartografického stupně zeměpisné šířky udávaného v kilometrech v pro nadmořskou výšku

rovnou nule a pro nadmořskou výšku rovnou výšce nejvyšší hory světa Mount Everest. Rozdíl je 155 metrů. Z tohoto vyplývá, že pokud se změní nadmořská výška o 1 m, změní se velikost kartografického stupně udávána v kilometrech o 1,75 cm, což je nepatrná změna. Proto vliv nadmořské výšky na velikost kartografického stupně udávanou v kilometrech zanedbávám.



Obrázek 10 – Vliv nadmořské výšky na velikost kartografického stupně udávaného v kilometrech

### 5.2.3 Převod kartografických metrů na kilometry z věty GGA

Kartografické stupně jsou se nejčastěji uvádějí ve standardním tvaru, neboli ve stupních, minutách a sekundách. Standardní tvar je tedy uváděn v nedesátkové soustavě. Pro převod kartografických stupňů na kilometry je potřeba mít kartografické stupně v desítkové soustavě, což by znamenalo další převod. Tento převod ovšem není potřeba, protože informace o zeměpisné šířce a délce ve větě GGA je již v převedena do desítkové soustavy.

Rozdíl mezi standardním tvarem hodnoty kartografických stupňů a hodnoty kartografických stupňů v desítkové soustavě je zobrazeno na obr. 11.



Obrázek 11 – Rozdíl tvarů kartografických stupňů

Věta GGA odevzdává informaci o nadmořské výšce a délce ve tvaru DDMM.SSSS, kde DD jsou stupně, MM jsou minuty a SSSS jsou sekundy. Abychom mohli provést převod na kilometry, musíme vždy hodnotu vydělit 100, abychom měli desetinnou čárku mezi stupni a minutami.

#### 5.2.4 Výpočet rychlosti

Pro výpočet rychlosti z věty GGA je potřeba znát předchozí a aktuální hodnotu zeměpisné délky a šířky, nadmořské výšky a času. Věta GGA odesílá informaci o zeměpisné šířce a délce již převedenou do desítkové soustavy (kap. 5.2.3). Převodní vztah mezi kartografickými stupni a kilometry již známe (kap. 5.2.1)

Všechny vzdálenosti potřebné pro výpočet rychlosti máme převedeny na kilometr. Výsledná vzdálenost se vypočte metodou pravoúhlého trojúhelníku. Vzdálenost musíme vydělit rozdílem času, který je v sekundách. Abychom získali jednotku km/h, musíme ještě výsledek vynásobit hodnotou 3600. Výpočet rychlosti je naznačen ve vztahu 5.3.

$$\text{rychlost} = \frac{\sqrt{zd^2 + zs^2 + nv^2}}{\Delta t} * 3600 \quad [5.3.]$$

zs - rozdíl zeměpisných délek v km

zd – rozdíl zeměpisných šířek v km

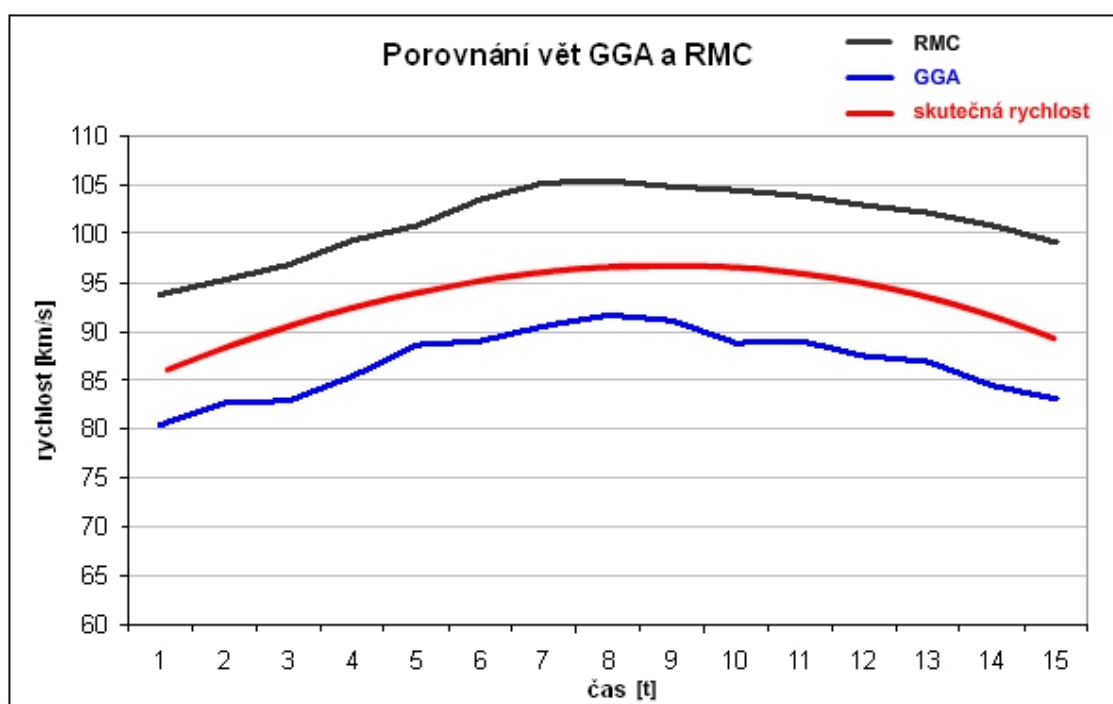
nv – rozdíl nadmořských výšek v km

$\Delta t$  – rozdíl času v sekundách

### 5.3 Porovnání rychlostí získaných z vět GGA a RMC

Na grafu (obr. 12) je zobrazeno porovnání rychlostí vypočtených pomocí vět GGA a RMC. Rychlost na tachometru auta se pohybovala v rozmezí 85 – 97 km/s. Vzhledem ke kladné toleranci tachometrů automobilu, která je cca 4 procent, lze vyhodnotit, že věta RMC udává větší rychlosti, než-li byla skutečná rychlost. Rychlost vypočtena z věty GGA je

menší, než rychlost na tachometru automobilu. Z toho lze vyvodit, že výpočet rychlosti pomocí věty GGA je vhodnější, proto jsem jej použil pro výpočet do výsledné aplikace. Nelze ale tvrdit, že výpočet z věty GGA představuje skutečnou rychlost. Pro potvrzení tohoto faktu by bylo potřebné uskutečnit měření na automobilu s tempomatem, který prokazatelně udržel stejnou rychlost v průběhu měření. Museli bychom ovšem znát předpokládanou odchylku tachometru. Ten má ovšem také nějakou odchylku. Dále by bylo nutné naměřit rychlost automobilu radarem, který by určil rychlost automobilu. Ale i tyto radary mají odchylku. Toto měření nebylo v mých možnostech, proto jsem zvolil výpočet rychlosti z věty GGA jako vhodný a pracoval jsem s ním po celou dobu práce.



Obrázek 12 - Graf porovnání rychlostí vypočtených z věty GGA a RMC

## 6 Výsledná aplikace

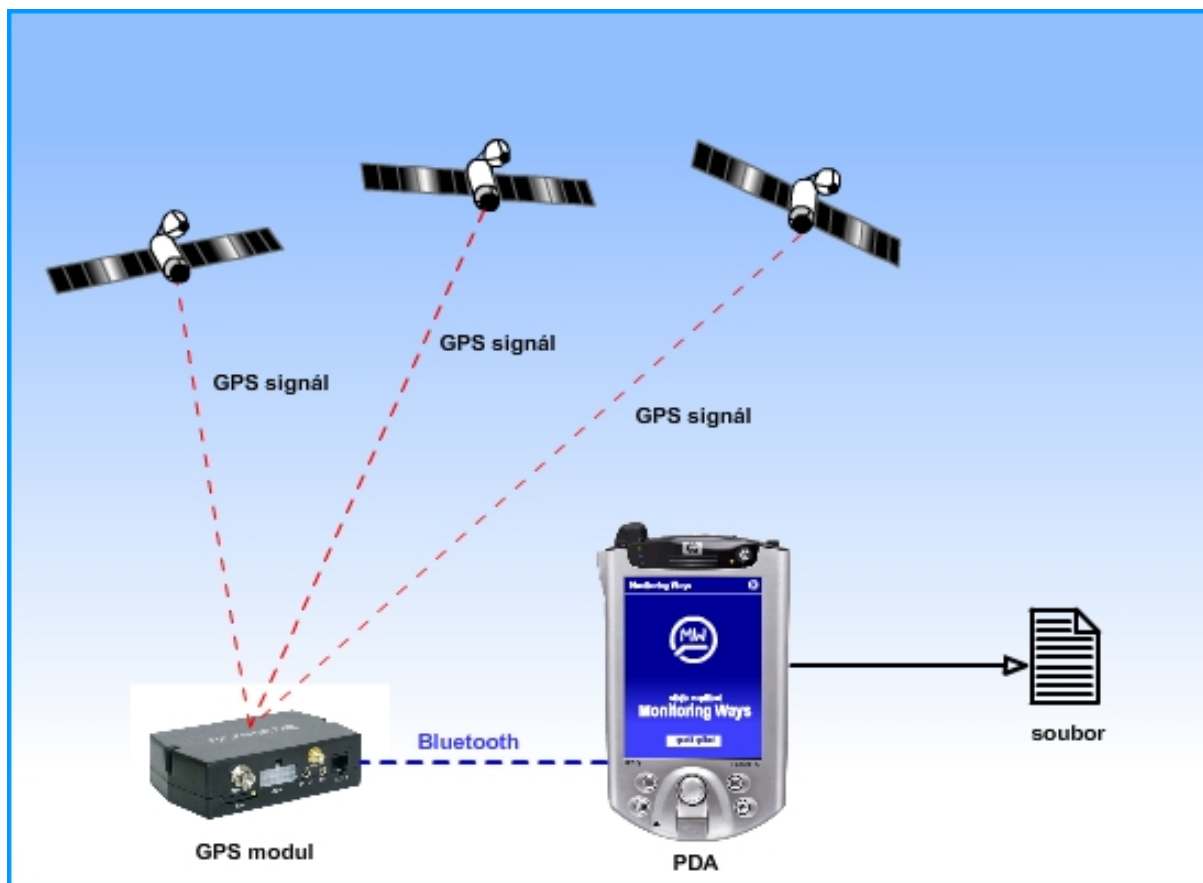
Cílem aplikace je zobrazit a zaznamenat aktuální polohu sledovaného objektu, aktuální rychlost a čas. Záznam o jízdě by měl sloužit k porovnání dat s jinými projekty pro stejná časová období.

Aplikaci jsem vytvořil ve vývojovém prostředí VisualStudio 2005 od společnosti Microsoft. Jako programovací jazyk jsem si na doporučení konzultanta práce zvolil Visual Basic .NET. Aplikace zobrazuje aktuální rychlost, zeměpisnou délku, zeměpisnou šířku, aktuální čas a ujetou vzdálenost. Následně informaci o průběhu cesty zaznamenává do textového souboru.

### 6.1 Komunikace

Komunikace probíhá mezi GSM/GPS modulem PATRIOT IV a počítačem pomocí technologie Bluetooth. GPS modul má vestavěnou technologii Bluetooth a je připojen ke zdroji (12V). V počítači je zapojen Bluetooth USB modul, přes který lze navázat komunikace s jinými objekty, které mají možnost komunikovat pomocí technologie Bluetooth. Pro komunikaci mezi objekty pomocí Bluetooth je nutné spárování přístrojů. Pro spárování počítače a GSM/GPS modulem PATRIOT IV musí být GPS/GSM modul zapnutý. V nastavení počítače (Start/Nastavení/Ovládací panely/Zařízení Bluetooth) se provede spárování. Po spárování zjistí uživatel komunikační port, který používá GSM/GPS modul. Tento port zadá v nastavení aplikace, jako komunikační port.

Během vytváření softwaru se vyskytl problém s přenášením dat. GPS modul zasílal data z GPS přes Bluetooth maximálně 4 minuty. Načítání dat probíhalo s maximální možnou frekvencí jedno načtení dat za sekundu. Snížil jsem tuto frekvenci na polovinu s ohledem na to, že GPS moduly zasílají data pouze jednou za jednu sekundu. Při nastavení poloviční frekvence (jedno načtení za 2 sekundy) problém ze zasíláním nezměnil. Bylo tedy nutné GPS modul reklamovat u výrobce. Výhradní zástupce výrobce GPAS modulu je firma F&B Company s.r.o. sídlící v Olomouci. Reklamací vyřídili na počkání. Při reklamaci bylo vyměněno Bluetooth zařízení v GPS modulu. Po odzkoušení komunikace po reklamaci nenastaly žádné problémy.



Obrázek 13 - Komunikace

## 6.2 Grafika aplikace

Pro uživatelské prostředí jsem vytvořil grafické rozhraní. Pozadí tvoří přechod z tmavě modré do světle modré barvy. V aplikaci je také zobrazeno logo aplikace, které je zrcadleno. Logo obsahuje písmena MW, které znamenají Monitoring Way, neboli “sledování cesty”.

## 6.3 Hlavní okno

Při otevření aplikace se uživateli zobrazí hlavní okno (obr. 14). V horní části okna je zobrazena aktuální vypočtená rychlost. Dále aplikace zobrazuje aktuální čas, ujetou vzdálenost, zeměpisnou šířku a délku. Měření lze spustit tlačítkem START. Po spuštění měření lze toto měření zastavit tlačítkem STOP. Pokud není nastaven komunikační port, nebo soubor, ze kterého se mají data číst, zobrazí se po stisku tlačítka START upozornění na nutnost provedení nastavení. To se spustí stisknutím tlačítka NASTAVENÍ.





Obrázek 14 – Hlavní okno

### Zobrazení zeměpisné délky a šířky

Zobrazení rychlosti, času a ujeté vzdálenosti. Zobrazení kartografické polohy ve standardním tvaru, ovšem vyžaduje převod. Viz. kap. 5.2.1. Pro zobrazení kartografické polohy ve standardním tvaru musíme převést minuty a sekundy do šedesátkové soustavy. Převod je dán vztahy 5.4. a 5.5.

$$\text{minuty} = \frac{\text{minuty\_deg}}{100} * 60 \quad [5.4.]$$

$$\text{sekundy} = \frac{\text{sekundy\_deg}}{100} * 60 \quad [5.5.]$$

## 6.4 Okno Nastavení

V okně Nastavení (obr. 15) může uživatel zvolit mezi měřením pomocí GPS, nebo pomocí souboru se zaznamenanými daty. Při měření pomocí GPS je nutno nastavit komunikační port. Při měření pomocí souboru se zaznamenanými daty musí uživatel zvolit soubor s daty. Soubor musí mít příponu .txt a obsahovat opouze věty protokolu NMEA 0183. Po stisknutí tlačítka OK se uloží potřebné informace a uživatel může spustit měření.



Obrázek 15 – Okno Nastavení

## 6.5 Externí data

Výsledná aplikace ukládá informace o měření do externího souboru. Do externího souboru se ukládá informace o čase a data k tomuto času odpovídající, neboli v tento časový okamžiky vypočtené. Data jsou řazena v následujícím pořadí – čas, rychlost, ujetá vzdálenost, zeměpisná délka, zeměpisná šířka. Každá série dat začíná symbolem “X” a jednotlivá data jsou od sebe oddělena symbolem “/”. Externí soubor má příponu .txt.

### Příklad série dat externího souboru

X040744,00/112/0,0311/4940,91233/01823,44757

X	znak značící začátek věty
040744,00	čas – HHMMSS,ss
	HH – hodiny, MM – minuty, SS, sekundy, ss – setiny sekundy
112	rychlost – km
0,0311	ujetá vzdálenost – km
4940,91233	zeměpisná šířka – stejně jako u věty GGA
01823,44757	zeměpisná délka – stejně jako u věty GGA

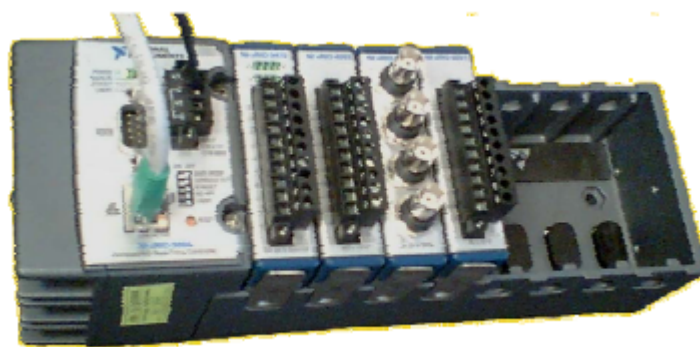
### Porovnání výstupních dat

Výstupem mé bakalářské práce je aplikace, která dokáže vypočíst a zobrazit rychlost a zobrazit polohu pomocí GPS dat, a tyto data uložit do externího souboru. Tento soubor slouží ke zpětnému zobrazení zaznamenané jízdy a k porovnání jiných výstupů, z jiných prací, ve stejném časovém okamžiku.

Výstup z této práce porovnám z výstupem diplomové práce pana Bc. Martina Juránka, která se zabývá tématem vyhodnocováním vibrací a zrychlení v automobilu. V diplomové práci se pan Bc. Juránek zabývá měřením vibrací pomocí systému cRIO a (obr.16)

„Systém cRIO je produktem společnosti National Instruments (NI). Jsou to různá zařízení, která jsou podobně jako PLC schopna pracovat s počítačem i bez něj. Tato zařízení se dají programovat a to v grafickém programovacím software Labview.“

[JURÁNEK, 2008]



Obrázek 16 - Hardware systému cRIO

Výstupem práce pana Bc. Juránka je textový soubor s uloženými informacemi o měření vibrací. Informace jsou uloženy za sebou v řetězci, který je dán startovacím a ukončovacím znakem, tak, aby se dal později zpracovat a měření se dalo zpětně vyhodnotit. To, že lze data rozkódovat je velmi výhodné pro porovnávání s jinými, a tedy i s mou prací. Problém ovšem nastává ve frekvenci odevzdaných dat a sjednocení časových okamžiků.

Frekvence uložených dat v práci pana Bc. Juránka se pohybuje kolem 20 Hz. Jeho aplikace dokáže měřit i s daleko vyššími frekvencemi, ale pro reálné měření jsou vysoké frekvence zbytečné a proto použil frekvenci 20 Hz. Což znamená že data jsou naměřena 20krát za jednu sekundu. Frekvence uložení dat v mé práci je dána frekvencí zasílaných dat GPS modulem a ta je 1Hz. GPS modul tedy zasílá data jednou za sekundu.

Srovnáním výstupních dat obou prací, i k vzhledem k rozdílným frekvencím získávání dat, obzvláště k nízké frekvenci získávání dat mého výstupního souboru, bychom mohli

získat nějakou představu, jaký má vliv aktuální rychlost vypočtená pomocí GPS na vibrace automobilu. Abychom získali alespoň nějakou věrohodnou představu museli bychom měření uskutečnit na jednom druhu povrchu silnice, nejlépe na co nejhladším povrchu silnice.

Pokud chceme vyhodnotit vliv rychlosti na vibrace automobilu, musí obě měření (rychlost, vibrace) probíhat ve stejném časovém okamžiku. Zde nastává problém, protože výstupní data v práci pana Bc. Juránka neobsahují informaci o časovém okamžiku měření. V mé práci je ke každé sérii dat přiřazen čas záznamu dat. Vzhledem k tomu, nelze tedy data porovnat ve stejném časovém okamžiku, je nutné navrhnout náhradní řešení.

Jako náhradní řešení navrhuji nestandardní postup měření. Jako první spustíme mou aplikaci a začneme měřit. Sledujeme zda aplikace běží v pořádku. Poté spustíme aplikaci pana Bc. Juránka a zaznamenáme si aktuální čas z mé aplikace jako čas začátku měření vibrací a zrychlení. Při následném vyhodnocování dat vymažeme z externího souboru, vytvořeného z mé aplikace, data vázané k časovým okamžikům, které proběhly před začátkem měření pomocí aplikace pana Bc. Juránka.

## 7 Závěr

V první části mé práce jsem se náležitě seznámil s historií a hlavně principem systému GPS. Pochopil jsem význam jednotlivých segmentů GPS a komunikaci mezi nimi. Zjistil jsem, že GPS objekty mezi sebou komunikují nejčastěji pomocí protokolu NMEA 0183.

V druhé části mé práce jsem se seznámil s již zmíněným komunikačním protokolem NMEA 0183. Seznámil jsem se s formátem komunikačního protokolu a zjistil, že informace jsou předávány ve formátu tzv. vět. Seznámil jsem se několika druhy vět, které se používají výhradně pro komunikaci GPS objektů. Z těchto vět jsem se podrobně seznámil s větami RMC a GGA, o kterých jsem zjistil, že jsou nejvhodnější pro výpočet rychlosti a zobrazení informací o poloze sledovaného objektu. Věty RMC a GGA jsem v mé práci detailněji popsal.

K získání GPS dat jsem použil zapůjčený GSM/GPS modul PATRIOT IV. S tímto modulem jsem se seznámil a odzkoušel jsem některé z jeho funkcí. Pro práci jsem využil technologii Bluetooth, kterou modul obsahuje. Pomocí technologie Bluetooth modul vysílá GPS informace ve formátu komunikačního protokolu NMEA 0183. Možnosti modulu PATRIOT IV jsem zahrnul do mé práce a uvedl jsem také jeho technické parametry.

V další části mé práce jsem se věnoval výpočtu rychlosti pro výslednou aplikaci. Uvedl jsem vztah pro výpočet rychlosti z informačního obsahu věty RMC. Pro výpočet rychlosti z informačního obsahu věty GGA jsem se seznámil s teorií kartografie. Uvedl jsem převod kartografických stupňů na jednotky délky (km). Vysvětlil jsem změnu kartografického stupně zeměpisné délky převedeného na jednotku délky v závislosti vzdálenosti objektu od rovníku. V práci jsem uvedl vzorec pro výpočet rychlosti z informačního obsahu věty GGA. V závěru této části mé práce jsem uvedl porovnání rychlostí vypočtených pomocí vět RMC a GGA a uvedl důvody, proč pro výpočet ve výsledné aplikaci používám informační obsah věty GGA.

V předposlední části mé práce jsem vytvořil výslednou aplikaci s názvem Monitoring Way. V této části je popsána komunikace aplikace s GPS modulem. Při tvorbě aplikace nastal problém s načítáním dat, který byl vyřešen reklamací GPS modulu. Výsledná aplikace zobrazuje informace o poloze sledovaného objektu. Dále zobrazuje aktuální rychlost sledovaného objektu a aktuální čas a ujetou vzdálenost. Aplikace umožňuje uživateli číst data s GPS modulu a také z externího souboru se záznamem již naměřených

dat. Výsledná aplikace ukládá informace o provedeném měření do externího souboru tak, aby byly porovnatelné s externími daty s jiných diplomových prací, nebo projektů.

V závěrečné části mé práce se věnuji srovnání externích dat mé práce a externích dat diplomové práce pana Bc. Martina Juránka, která se zabývá tématem vyhodnocováním vibrací a zrychlení v automobilu. Výstupy obou prací mají různé frekvence uložení dat. Tento fakt jsem neshledal jako problém pro sjednocení externích dat obou prací. Problém jsem shledal ve faktu, že výstupní data práce pana Bc. Juránka nejsou přiřazena k jakémukoliv časovému okamžiku. Navrhl jsem a v práci uvedl řešení tohoto problému.

## 8 Použitá literatura

- BERGMAN, *Co to je GPS? Historie a úvod do problematiky*, aktualizace 12.12.2005 [online]. [cit. 2008-1-25]. dostupné z URL  
<<http://www.ce4you.cz/articles/detail.asp?a=244&p=0&f=0&pc=>>
- ESA, *The future – Galileo Navigation*, aktualizace 1.12.2008, dostupné z URL  
<<http://www.esa.int/esaNA/galileo.html>>
- EVANGELOS P., *Myslíme v jazyku Visual Basic .NET 2. díl*, Praha, Grada Publishing., 2003, 540 s. ISBN 80-247-0372-6
- F&B COMPANY, *Uživatelský návod*
- GÜRTLER M., KOCICH P., *Visual Basic .NET Hotová řešení*, Brno, CP Books, 2005, 312 s., ISBN 80-251-0367-6
- HALVORSON M., *Microsoft Visual Basic 2005 – Krok za krokem*, Praha, Computer press, 2006, 475 s., ISBN 80-251-1155-5
- HALVORSON M., *Visual Basic .NET krok za krokem*, Praha, Mobil Media a.s., 2003, 679 s., ISBN 80-86593-19-3
- HANÁK J., *Visual Basic 2005 pro pokročilé*, Brno, Toner Press, 2007, 320 s. ISBN 80-8681-552-8
- HANÁK J., *Visual Basic .NET 2003*, Praha, Grada, 2004, 180 s. ISBN 80-2470-864-7
- JURÁNEK, M. *Vyhodnocování vibrací a zrychlení automobilu*. Ostrava, Diplomová práce VŠB TU Ostrava, 2008, 63 s.
- ESA [I]The future – Galileo Navigation[/I], aktualizace 1.12.2008, dostupné z URL  
<<http://www.esa.int/esaNA/galileo.html>>
- MARTÍNEK J., *GPS a komunikační protokol NMEA - 1 (princip, historie)*, aktualizace 6.9.2006 [online], [cit. 5.10.2008] dostupné z URL  
<<http://www.abclinuxu.cz/clanky/ruzne/gps-a-komunikacni-protokol-nmea-1-princip-historie>>
- MARTÍNEK J., *GPS a komunikační protokol NMEA - 2 (dostupnost, přesnost, Navilock)*, aktualizace 6.9.2006 [online], [cit. 5.10.2008] dostupné z URL  
<<http://www.abclinuxu.cz/clanky/ruzne/gps-a-komunikacni-protokol-nmea-2-dostupnost-presnost-navilock>>
- MARTÍNEK J., *GPS a komunikační protokol NMEA - 3 (dekódování dat)*, aktualizace 6.9.2006 [online], [cit. 5.10.2008] dostupné z URL  
<<http://www.abclinuxu.cz/clanky/ruzne/gps-a-komunikacni-protokol-nmea-3-dekodovani-dat>>
- PLANDOR, D. *Diagnostika automobilu s využitím komunikace s podporou bluetooth*. Ostrava, Bakalářská práce VŠB TU Ostrava, 2008, 49s.
- POKORNÝ J., *Visual Basic .NET řešené úlohy*, České Budějovic, KOPP, 2001, 205 s., ISBN 80-7232-159-5
- POKORNÝ J., *Visual Basic .NET programovací jazyk*, České Budějovice, KOPP, 2001, 253 s., ISBN 80-7232-158-7

- RICHTER, J. *.NET Framework programování aplikací*. Praha, Grada Publishing, 2003, 552 s., ISBN 80-247-0450
- ROMAN S., PETRUSHA R., LOMAX P. *Visual Basic .NET v kostce : pohotová referenční příručka*, Praha, Grada Publishing, 2003, 610 s., ISBN 80-247-0388-2
- STEINER I., ČERNÝ J. *GPS od A do Z*, Praha, eNav, 2006, 264 s., ISBN 80-239-7516-1.
- STEVEN, R. RON, P. PAUL, L. *Visual Basic.NET v kostce : pohotová referenční příručka*. Praha, Grada Publishing, 2003, 628 s., ISBN 80-247-0388-2.
- TRIMBLE, *GPS Tutorial. USA*, aktualizace 1.12.2008, dostupné z URL  
<[url:http://www.trimble.com/gps/index.shtml](http://www.trimble.com/gps/index.shtml)>
- WIKIPEDIA, *NMEA 0183*, aktualizace 20.8.2007, [cit. 2009-01-01] Dostupné z URL  
<[http://en.wikipedia.org/wiki/NMEA\\_0183](http://en.wikipedia.org/wiki/NMEA_0183)>
- WIKIPEDIA, *Windows Mobile* [online], [cit. 2009-01-01] Dostupné z URL  
<[http://cs.wikipedia.org/wiki/Windows\\_Mobile](http://cs.wikipedia.org/wiki/Windows_Mobile)>
- WWW.AUTO-GPS.EU, *GPS / GSM modul Patriot* [online], [cit. 15.4.2009] dostupné z URL <<http://www.auto-gps.eu/cs/2362-gsm-gps-komunikacni-modul-patriot-iv.html>>